

# Tasas de cambio de uso del suelo y agriculturización en el partido de Lobería, Argentina

## *Rates of land use change and agriculturalization in Lobería county, Argentina*

VAZQUEZ, P.<sup>1</sup>; ZULAICA, L.<sup>2</sup>; SEQUEIRA, N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

<sup>2</sup>Universidad de Mar del Plata

[patriciavazquez@conicet.gov.ar](mailto:patriciavazquez@conicet.gov.ar)

### Resumen

La Región Pampeana Argentina, presenta características con altas ventajas comparativas para el desarrollo de la agriculturización. El principal objetivo de este trabajo es analizar las tasas de cambio anual en el uso del suelo en el partido de Lobería, inserto en dicha región, entre 2003 y 2011, a fin de caracterizar el proceso de agriculturización al interior del mismo, mediante la definición de paisajes. Se utilizaron imágenes satelitales clasificadas (ENVI 5.1), estadísticas oficiales, estudios antecedentes y relevamientos de campo. La tasa de cambio anual de la agricultura ( $\delta: 0,06505$ ), muestra un incremento de la superficie destinada a esta actividad en desmedro de la ganadería, especialmente en las Llanuras onduladas. El diagnóstico integrado de los paisajes del Partido permite generar bases para una gestión sustentable de las actividades agroproductivas.

**Palabras clave:** expansión agrícola; clasificación supervisada; paisajes y gestión sustentable.

### Introducción

El uso de la tierra en general, se está convirtiendo en una preocupación de importancia internacional. Los cambios experimentados por los bosques, tierras de cultivo y cursos de agua están siendo impulsados por un modelo económico basado en la extracción intensiva de recursos naturales para obtener beneficios en el corto plazo. En este escenario, el mundo se enfrenta al reto de gestionar el equilibrio entre las necesidades humanas inmediatas y el mantenimiento de la capacidad de la biosfera para proporcionar bienes y servicios en el largo plazo (Foley et al., 2005).

Velázquez et al. (2002) y Rosete Vergés et al. (2008) plantean que entre las consecuencias más significativas de los cambios de uso de la tierra, se destacan la pérdida de bienes y servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas para el bienestar humano, el calentamiento global, la alteración de ciclos biológicos y biogeoquímicos, la introducción de especies exóticas, la pérdida de especies nativas, la pérdida de hábitat en general y la degradación de la capacidad productiva de los ecosistemas.

En este contexto, los estudios sobre el cambio y cobertura del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de diversas problemáticas ambientales asociadas a una región determinada (Lambin et al., 2001). En consecuencia, el estudio de la dinámica temporal y espacial de la cobertura de uso o cobertura del suelo es el procedimiento más confiable para medir el grado de conversión ambiental antropogénica (Turner et al., 1994).

La Región Pampeana Argentina (RPA) no es ajena a la situación planteada con anterioridad. Los cambios de uso del suelo y por consiguiente en los paisajes agrícolas, se evidencian y profundizan en las dos últimas décadas con las transformaciones en las técnicas agropecuarias e incorporación de paquetes tecnológicos (Weyland, 2008; Teubal, 2003; Altieri & Pengue, 2006;

### Summary

The Argentine Pampas Region presents high comparative advantages for agriculturalization development. The main objective of this paper is to analyze the annual rates of land use change in Lobería County, in that region, from 2003 to 2011, in order to characterize the agriculturalization process by defining landscapes. Classified satellite images (ENVI 5.1), official statistics, previous papers and field surveys were used. The annual rate of land use change to agriculture ( $\delta: 0,06505$ ) shows an increase of the area allocated to this activity to the detriment of livestock, especially in the rolling plains. The integrated diagnostic of the County landscapes allows generating a basis for the sustainable management of agroproductive activities.

**Keywords:** agricultural expansion; supervised classification; environmental problems; landscapes; sustainable management.

Manuel-Navarrete et al., 2006; Bisang, 2003; Manzanal, 1995; Viglizzo et al., 2006; entre otros).

Luego, la soja, un cultivo casi irrelevante para la producción agrícola de la Argentina a comienzos de la década de los 70', se ha convertido en el cultivo primordial del agro argentino. En el año 2006 representó alrededor del 50% del área sembrada en el país (Aizen et al., 2009). Argentina se convirtió en uno de los países productores líderes a nivel mundial de exportación de soja. Este incremento en el área cultivada con soja se dio por la expansión de la frontera agrícola debido al reemplazo de sistemas naturales, áreas destinadas a otros cultivos y a la ganadería (Satorre, 2005), y también por la expansión virtual resultante de la introducción de la "soja de segunda", lo que permite realizar dos cosechas anuales (combinación trigo-soja) donde antes se realizaba una y que conlleva a una intensificación en el uso de la tierra (Paruelo et al., 2005; Trigo, 2005). Esto ha derivado en una profunda homogeneización del paisaje y pérdidas directas de biodiversidad nativa (Aizen et al., 2009; Donald, 2004; Grau et al., 2005).

Este proceso de expansión, denominado agriculturización (Manuel-Navarrete et al., 2006), conlleva a importantes cambios en el uso del suelo que pueden analizarse mediante sensores remotos. En este sentido se destacan antecedentes en la región en Partidos y Cuencas de la provincia de Buenos Aires, tales como los realizados por Vazquez et al. (2012; 2014a) para la Cuenca del río Quequén Grande (CrQG) en el sudeste bonaerense, Vazquez & Zulaica (2013) para el partido de Azul, Vazquez et al. (2014b) para el partido de Tandil y Sequeira et al. (2016) para el partido de Benito Juárez, entre otros. Estos trabajos enfatizan en los impactos ambientales ocasionados por los cambios en el uso del suelo a partir del proceso de agriculturización.

**Imagen 1:** Localización del partido de Lobería, provincia de Buenos Aires, Argentina.



Fuente: Elaboración propia.

Dicho proceso tuvo lugar de manera diferenciada en la RPA, debido a que los patrones de expansión agrícola y la susceptibilidad ambiental presentan características particulares en las distintas áreas agroecológicas en que se divide dicha región (Viglizzo et al., 2002). Estas áreas agroecológicas pueden estudiarse en términos de paisajes, es decir, distintos niveles de organización de los sistemas ecológicos superiores al ecosistema que se caracterizan esencialmente por su heterogeneidad y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas (Burel & Baudry, 2002).

En función de lo expuesto, los objetivos del presente estudio son: 1) analizar los cambios en el uso del suelo en el partido de Lobería, inserto en la RPA, para los años 2003 y 2011, a partir de imágenes clasificadas; 2) calcular las tasas de cambio de uso anual para cada tipo de cobertura seleccionada en este trabajo (áreas con pastizales y pasturas artificiales, áreas agrícolas, áreas con cuerpos de agua superficiales, áreas urbanas y áreas de médanos y playas); 3) determinar los cultivos que poseen mayor incidencia en el proceso de agriculturización; 4) identificar los principales problemas ambientales derivados de los cambios en el uso del suelo; y 5) explorar las tendencias del proceso de agriculturización sobre diferentes paisajes del Partido, que se definen en el presente estudio<sup>1</sup>.

#### Área de estudio

La RPA, se subdivide en subregiones, tal como lo proponen los autores Viglizzo et al. (2002), quienes realizan una clasificación teniendo en cuenta la calidad de sus suelos y las precipitaciones. Los autores diferencian cinco áreas más o menos homogéneas: (i) pampa ondulada, (ii) pampa central (con una porción más húmeda hacia el este y otra semiárida hacia el oeste), (iii) pampa austral, (iv) pampa deprimida o inundable, y (v) pampa mesopotámica. En la denominada Región Pampeana Austral (RPA), que integra 21 distritos, se haya inserto el partido de Lobería, en la provincia de Buenos Aires (Imagen N° 1). La RPA se caracteriza por ser una pradera llana con suave declive al mar y suelos fértiles. Se encuentra atravesada por un cordón serrano, el sistema de Tandilla, que alberga una amplia diversidad de especies y ofrece un paisaje de valor ambiental y turístico.

El partido de Lobería se ubica aproximadamente a los 41°15' latitud S y 63°17' longitud O, en el sur de la provincia de Buenos Aires, dentro de la RPA. Limita al norte con el partido de Tandil, al este con los partidos de Balcarce, el Arroyo La Nutria Mansa y

con el partido de General Alvarado; al oeste con el río Quequén que lo separa naturalmente en casi todo su recorrido con el partido de Necochea y al sur con el Mar Argentino del Océano Atlántico, contando con 37 km de costa atlántica que ofrece magníficas playas de amplitud y extensión extraordinaria. El Partido posee una extensión de 4455 km<sup>2</sup>, siendo Lobería su ciudad cabecera, el sistema urbano es de rango intermedio, y alberga el 77,7% de la población.

En cuanto a sus condiciones climáticas, el área de estudio se encuentra dentro de la región de clima templado, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen (1948), con influencia oceánica. Su temperatura anual promedio es de 15° C y las lluvias son abundantes durante todo el año, esto favorece el desarrollo de pastizales. Las precipitaciones en la zona alcanzan valores comprendidos entre 800 mm y 900 mm.

La costa de Lobería se caracteriza por acantilados y playas de escaso desarrollo. La desembocadura del río Quequén Grande altera la línea de costa. Las mayores variaciones en los balances de arena fueron originadas por actividades humanas (Isla et al., 2009).

El partido de Lobería presenta una admirable distribución hídrica, debido al sistema orográfico que separa las cuencas del Salado y Mar Chiquita, de las Hoyas del Quequén Grande y del Atlántico. Luego, son tres las cuencas que determinan la hidrografía del Partido: Cuenca del Quequén Grande; Cuenca del Atlántico y Cuenca de Mar Chiquita. Además el Partido se caracteriza por disponer de agua subterránea de buena calidad para consumo (Martínez et al., 2007).

Desde el punto de vista fitogeográfico el área de estudio forma parte de la Provincia Pampeana descripta por Cabrera (1976). La vegetación nativa es variada, con más de mil especies de plantas vasculares con predominio de pastizales donde se destacan las gramíneas como *Stipa*, *Poa*, *Piptochaetium* y *Aristida*, entre otras. En la zona serrana se desarrollan arbustos como *Chirca*, *Brusquilla* y el endémico *Curro manuel* que tiempo atrás invadía las praderas, el mismo es emblemático para la población y está presente en el escudo de Lobería. En ambientes acuáticos y palustres abundan *Scirpus holoschoenus*, *Schoenoplectus californicus*, *Cortaderia selloana*, y en la ribera del Río Quequén domina el *Salix humboldtiana*.

<sup>1</sup>Avances de esta investigación fueron presentados en las I Jornadas Internacionales y III Nacionales de Ambiente. Facultad de Ciencias Humanas. UNCPBA. y en la VI Reunión Binacional de Ecología, Puerto Iguazú, Misiones, 2016

Debido a las favorables condiciones agroecológicas, la sustitución extensiva de la vegetación originaria de pseudoestepa de gramíneas (Cabrera, 1976) por agroecosistemas es una característica de la RPA. No obstante, este reemplazo de pastizales nativos, las variaciones en las características geomorfológicas,

edáficas e hidrológicas, son las que determinan en mayor o menor medida, la capacidad de uso de las tierras, las limitaciones para el desarrollo agroproductivo y los niveles de intervención de los ecosistemas endógenos.

## Materiales y Métodos

Con la finalidad de analizar los cambios en el uso del suelo en el partido de Lobería durante el período 2003-2011 se obtuvieron 2 imágenes satelitales, captadas por el sensor TM de la misión Landsat 5, correspondientes a las fechas: 27-10-2003 y 18-01-2011, con Path and Row 224/86. Las mismas fueron obtenidas del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de Brasil ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)). Las imágenes se procesaron mediante el Software ENVI 5.1 (Research System Inc., Boulder, CO, USA).

La selección de las fechas de adquisición de las imágenes se fundamenta en los siguientes aspectos: (1) según Vazquez (2004) y las entrevistas realizadas, es a partir de 2002 cuando comienza a verificarse más claramente el proceso de agriculturización en la región y en el Partido, debido a la introducción de la siembra directa o doble cultivo anual (cereal/oleaginosa); (2) las imágenes disponibles para el momento del análisis propuesto por este estudio, eran las de la misión Landsat 5 correspondientes al año 2011 fecha en la cual el satélite salió de servicio; y (3) las imágenes seleccionadas presentan la calidad adecuada para evaluar los cambios de uso de la tierra.

Debido a que la radiación electromagnética captada por los sensores de los satélites atraviesa la atmósfera y es modificada por efecto de la dispersión como consecuencia de la interacción con las moléculas y partículas de la atmósfera (Tagestad, 2000; Lillesand & Kiefer, 1987; Brizuela et al., 20017), es necesario efectuar correcciones.

La corrección atmosférica, se aplica a las imágenes digitales, con el propósito de eliminar el efecto de los aerosoles y la radiancia intrínseca que se introduce en el sensor y se ve reflejado en la imagen, como producto de la interacción del sensor con la atmósfera. Con el proceso de corrección atmosférica se logra mejorar la calidad visual de la imagen; así como, eliminar el componente intrusivo de la atmósfera (Aguilar Arias, et al., 2014). Los valores de los píxeles en las imágenes satelitales expresan la cantidad de energía radiante recibida por el sensor en la forma de valores relativos no calibrados simplemente llamados Números Digitales (ND) o brillo. En ocasiones cuando se realiza la clasificación no supervisada de una imagen con fecha única, no es necesario convertir estos valores (Eastman, 2004). Pero si se trata de realizar comparaciones entre imágenes de distintas fechas y de las mismas áreas (tal como sucede en este caso de estudio), será necesario realizar las correcciones de los datos de manera que sean comparables. Sin embargo la dispersión y absorción provocada por los aerosoles resulta difícil corregir debido a su variación en el tiempo y el espacio, constituyendo la limitación más severa en la corrección radiométrica de los datos de satélite (Song et al, 2001).

Es por todo lo anterior que se hace necesario aplicar un método de corrección atmosférica para ambas imágenes obtenidas en este estudio, para el cual se siguió la metodología detallada en estudios previos (Vazquez et al., 2012; Vazquez & Zulaica, 2013; 2014; Sequeira et al., 2016). Autores como Chander & Markham (2003), Chander et al. (2007) y Schroeder et al. (2006), señalan que cuando se comparan imágenes de distintas fechas es ventajoso transformar los valores de radiancia en reflectancia porque se remueve el efecto producido por ángulo solar y se compensan las

diferencias en los valores de la irradiancia solar extra-atmosférica. La reflectancia combinada de la superficie y atmósfera se calcula mediante una expresión que tiene en cuenta para el cálculo: la reflectancia planetaria adimensional; la radiancia espectral en apertura del sensor; la distancia tierra-sol en unidades astronómicas; la irradiancia solar exoatmosférica media y ángulo cenital solar en grados. Los datos que dependen de las escenas -fecha, ángulo solar- los cuales se obtienen del archivo de metadatos (header) de las mismas. Para realizar la conversión a radiancia se utilizan los valores de ganancia (Gain) y sesgo (Bias) presentes en el archivo «header» de cada imagen (Vogelmann et al., 2001).

Luego, se georreferenciaron empleando como imagen base la proporcionada por el recorte de un mosaico de imágenes ([www.landcover.org](http://www.landcover.org)). La técnica de georreferenciación se encuentra asentada en la obtención de puntos de control entre dos imágenes (Armand, 1995). En este caso, se realizó considerando 20 puntos que tomaban el mismo sector en cada imagen y, a través de una interpolación matricial realizada por el software, se corrigieron geométricamente las imágenes satelitales. En principio se llevaron todas las imágenes a la proyección UTM-Datum WGS-84 - Zona 21 Sur. Para la obtención de estos puntos de control, se realizó una campaña de trabajo de campo, a través de la cual se adquirieron datos de terreno y puntos de GPS (Global Positioning System).

Posteriormente, se procedió a la realización de una clasificación supervisada (CS) tomando como punto de partida las imágenes procesadas de 2003 y 2011, donde se definieron 5 grandes clases de uso: áreas agrícolas, áreas de pastizales naturales y pasturas artificiales, áreas urbanas, cuerpos de agua superficiales y zona de médanos y playa. En la fase de asignación, se aplicó el Clasificador de Máxima Probabilidad.

Posteriormente, teniendo en cuenta cada clase de uso propuesta por este trabajo se obtuvieron los estadísticos de la CS para cada año en el Partido, verificándose en campo los resultados obtenidos para cada punto de control. Luego se calcularon las tasas de cambio anual entre 2003 y 2011 para cada clase o coberturas definidas para este estudio. También, se compararon los cambios de cada clase entre los años propuestos para este trabajo. Para ello se utilizó la fórmula [1] que propone la FAO (1996) y FAO (2005), para cualquier tipo de cobertura:

$$\delta = \left( \frac{S_2}{S_1} \right)^{1/n} - 1 \quad [1]$$

Donde:

- δ: expresa la tasa de cambio anual de cada clase de uso de suelo en el período 2003-2011;
- S1: superficie en la fecha 1;
- S2: superficie en la fecha 2;
- n: número de años entre las dos fechas.

Los principales problemas ambientales derivados de los cambios de uso del suelo fueron enunciados a partir de estudios antecedentes (Cisneros et al., 2012; Wilcox, 1980; Pengue, 2009; Pontius et al., 2004).

En el caso del análisis de los diferentes cultivos presentes en el Partido y su variación en los años evaluados, los datos fueron adquiridos a partir del Sistema Integrado de Información Agropecuaria (SIIA), entrevistas a cerealeras e informantes calificados. Los resultados obtenidos a partir de la clasificación fueron cotejados con el trabajo de campo, la información obtenida del SIIA y del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), entre otras fuentes.

Finalmente, a fin de caracterizar de manera preliminar las diferenciaciones en los cambios de uso de suelo generados por el avance de la agricultura al interior del Partido, se realizó una zonificación de carácter exploratorio que permitió definir

paisajes. Para ello se adoptó el concepto de paisaje (Burel & Baudry, 2002), cuya aplicación permite delimitar, identificar y caracterizar unidades que presentan cierta homogeneidad interna en la escala de análisis adoptada (1:500.000). Los paisajes del partido de Lobería se delimitaron tomando como base cartográfica las cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (IGM) y los límites de las unidades de suelos publicadas por SAGyP-INTA (1989) en escala 1:500.000. Se integraron los atributos bióticos y abióticos: geomorfológicos, edáficos, condiciones de drenaje y vegetación. Cada uno de estos atributos se representó espacialmente en distintas capas de información utilizando gvSIG (versión 1.11) y se integraron mediante el módulo de geoprocamiento de este software.

## Resultados y Discusión

Siguiendo la secuencia planteada en la metodología, a continuación se presentan las CS, las tasas de cambio de uso anual de las 5 clases seleccionadas y los problemas ambientales generados. En una segunda instancia, se describen los paisajes del partido de Lobería y se analizan espacialmente los cambios de uso derivados del proceso de agriculturización al interior del Partido.

### *Cambios en los usos del suelo (2003-2011)*

La Imagen N° 2 muestra el resultado final de las CS y en la Tabla N° 1 se expresan los estadísticos de dichas clasificaciones. Allí se muestran las superficies asignadas a las diferentes clases.

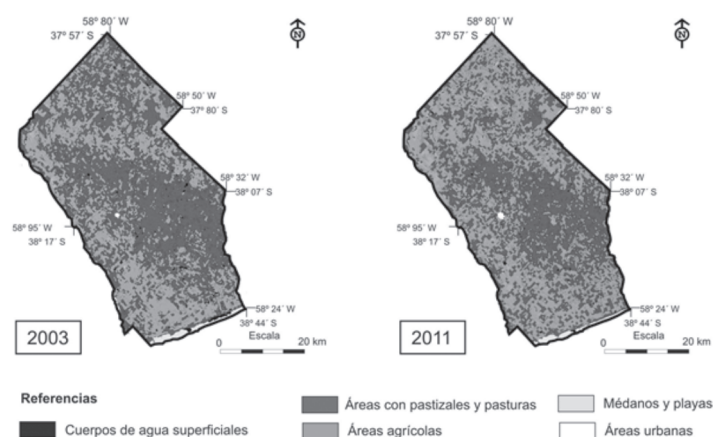
En relación con los procedimientos empleados, cabe destacar que las bandas utilizadas para la CS fueron las tenidas en cuenta para composición de Falso Color Compuesto (FCC), las cuales presentan buena sensibilidad a la vegetación verde (la cual esta delineada como rojo) y representan adecuadamente caminos y masas de agua (Lillesland, et al. 1987). Estas bandas asignadas fueron en el Rojo: Banda 4, en el Verde: 3 y en el Azul: 2.

En la georeferenciación se ubicaron puntos definidos en la imagen de satélite y se correlacionaron con el mismo punto pero en coordenadas geográficas, que para este caso, fueron las que presenta la imagen de la plancha de referencia. En otras palabras, cada punto de control se ubicó en el archivo de compilación y luego en la imagen de la plancha, que se encuentra en un espacio geográfico definido.

Fue necesario controlar el RMS (Error Medio Residual) del modelo de puntos generado, y en el momento en el cual se han ubicado todos ellos de una manera distribuida en la escena de satélite, se procedió a realizar una operación de transvaso del archivo de compilación, para que se corrijan sus deformaciones y se lleve cada banda que lo compone a un espacio geográfico determinado por los puntos de control seleccionados y la proyección cartográfica configurada. En este caso, la imagen de 2003 presentó un RMS de 0,0082; mientras que la de 2011 mostró un RMS de 0,0054.

En el primer año analizado (2003) las áreas destinadas a la agricultura representaban el 35,26% de la superficie total del Partido,

**Imagen 2:** Partido de lobería: clasificación supervisada de imágenes satelitales landsat 5



**Tabla 1:** Usos y coberturas del suelo

Usos	Año 2003		Año 2011		Tasas de cambio anual
	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentaje (%)	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentaje (%)	
Áreas con pastizales y pasturas	2.816,94	59,24	1.833,52	38,56	-0,052
Áreas agrícolas	1.676,33	35,26	2.775,56	58,38	0,065
Áreas urbanas	7,5	0,15	7,9	0,16	0,006
Cuerpos de agua superficiales	228,79	4,82	111,6	2,35	-0,085
Médanos y playas	25,44	0,53	26,42	0,55	0,004
Total	4.755	100	4.755	100	

Fuente: Elaboración propia.



mientras que aquellas destinadas a ganadería (área con pastizales y pasturas) alcanzaban el 59,24%. En el segundo año (2011) se evidencia una expansión de la agricultura que se traduce en el incremento de estas áreas, las cuales alcanzan el 58,38% de la superficie analizada. En contraposición, la ganadería se redujo a expensas del aumento del doble cultivo y siembra directa, pasando a ocupar el 38,56% de la superficie del Partido en 2011.

Relacionado a esto, es necesario remarcar que la siembra directa se difundió velozmente, facilitando el doble cultivo anual (cereal-oleaginoso), tal como se observa en el caso de la combinación cebada cervecera-soja para el partido de Lobería. Aunque esta práctica incrementa la rentabilidad de las empresas agropecuarias, se trata de un manejo altamente intensivo que puede generar perjuicios sobre la base de recursos del país (Pengue, 2004).

Lo anterior, contribuye con el cambio de usos en el suelo, en este caso referido a la agricultura, la cual avanzó en un período de ocho años, un 65,57% en detrimento de la ganadería, la cual disminuyó 34,91%. Ese aumento de las áreas agrícolas se produjo a expensas de áreas cultivadas con pasturas, pero sobre todo de aquellas ocupadas por pastizales naturales que representaban la mayor parte de las tierras ganaderas en 2003.

Ahora bien, cuando se analizan los datos correspondientes a las áreas cultivadas en el Partido (Figura N°1) por tipo de cultivo en los dos momentos analizados, se observa la predominancia del trigo. No obstante, éste sufre una disminución del 9,5% entre ambas campañas.

Sin duda, uno de los incrementos más relevantes es el de la soja, que creció un 400%, el maíz incrementó su área implantada (72,72%) y la cebada cervecera también evidencia un importante crecimiento (1037,42%). Esta última variación tan evidente se asocia, por un lado, con la rotación de cultivos. Al aumentar la superficie sembrada con soja de segunda también aumenta aquella implantada con cebada. Por otra parte, también es determinante la fluctuación en cuanto a los valores de los granos: cuando las estimaciones afirmaban una disminución en el valor del trigo, aumentaba la superficie sembrada con cebada. De lo anterior, se deduce que el importante aumento de cebada cervecera entre 2003 y 2011, se asocia directamente a la implementación de doble cultivo (oleaginoso/cereal).

Hasta 1985 el cultivo de cebada cervecera decayó en forma considerable, pero al realizarse la firma del tratado de complementa-

ción económica entre la Argentina y Brasil (luego conocido como Mercosur), vuelve a tomar importancia y comienza a crecer la superficie implantada. Esta situación generó la instalación de nuevas y modernas industrias malteras (principales destinatarias del mencionado cultivo) y la ampliación de las existentes, mayor demanda de materia prima y una exportación creciente. Entre 1985 y 2002 la superficie sembrada creció de 60.000 ha a más de 330.000 ha, alrededor de un 530% (Tomaso, 2004).

Además de lo ya mencionado, la aparición de variedades de cebada que permiten la obtención de rendimientos equivalentes o aún mayores a los del trigo y, sobre todo, la posibilidad de anticipar la siembra de soja de segunda son las principales causas de esta difusión (Ferraris et al., 2005).

Cuando se analizan el resto de los cultivos, es posible verificar cómo disminuyeron en el período abordado. La superficie sembrada con avena cayó un 12,5%, y la correspondiente a girasol un 23,81%. Esto se explica, en parte, por el aumento del cultivo de soja, debido a los precios crecientes de este "commodity" en el mercado internacional, sus altos rendimientos, los cortos plazos de rotación y bajos costos de labranza (Aizen et al., 2009).

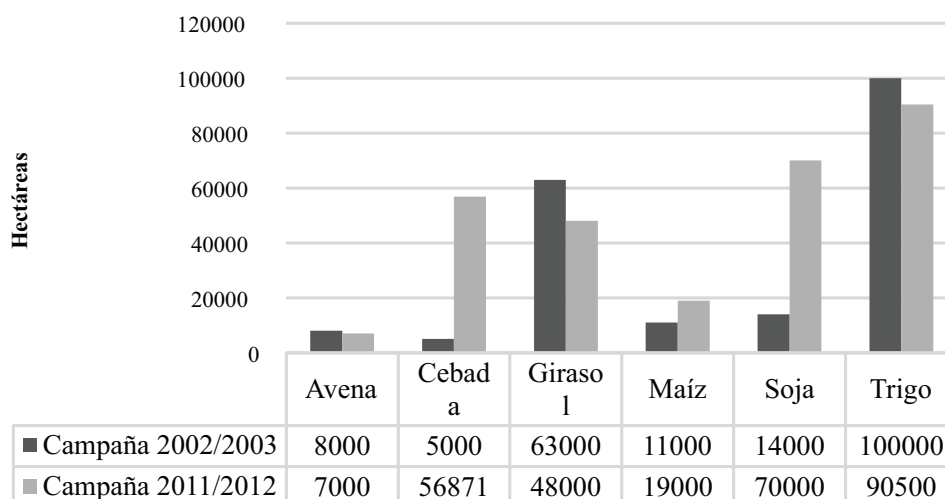
Considerando lo anterior, la agriculturización de los sistemas productivos ha disminuido la superficie dedicada a la ganadería. Además, originó transformaciones que perturban la capacidad de los ecosistemas de proveer bienes y servicios esenciales, como la regulación de la concentración de gases atmosféricos, regulación climática e hídrica, ciclado de nutrientes, mantenimiento de la biodiversidad y control de la erosión (Paruelo et al., 2004).

Por otra parte, Viglizzo (2008) afirma que el avance de cultivos sobre suelos frágiles produce mayor riesgo de desertificación y erosión, y genera el desplazamiento de la ganadería hacia áreas marginales. Finalmente, asevera que la sustitución de pastizales y pasturas por cultivos anuales acrecientan el riesgo biofísico y económico de los sistemas de producción.

Por consiguiente, la agriculturización ha concebido una serie de modificaciones en la práctica de la actividad ganadera, destacándose como principales consecuencias el reordenamiento territorial de la ganadería y la reducción de la superficie ganadera (Bilenca et al., 2012).

Este aumento de la superficie agrícola se refleja en la tasa de cambio anual para este uso. Las áreas dedicadas a la actividad agrícola

**Figura 1:** Variación de cultivos principales sembrados en 2003-2011



Fuente: Datos obtenidos a partir del SIIA (2015) e informantes calificados.

demuestran una tasa de cambio anual de 0,06505 en el período analizado, mientras que para la ganadería, el valor obtenido es igual a -0,05226, mostrando un decrecimiento de la actividad.

Sumado a la expansión de la frontera agrícola y de la pérdida de biodiversidad por destrucción de ambientes naturales, Aizen et al. (2009) advierten sobre la homogeneización del paisaje agrícola con los múltiples costos ambientales, sociales y económicos que trae aparejado una menor diversidad de cultivos. Los impactos y amenazas sobre la biodiversidad se acentúan cuando la expansión agrícola se produce por monocultivo, como suele ocurrir en el caso de la soja (Manuel-Navarrete et al., 2006).

Entre los problemas ambientales actuales o potenciales derivados del proceso de agriculturización se destacan la erosión hídrica (Cisneros et al., 2012), fragmentación de hábitats (Wilcox, 1980; Hooper et al., 2005), pérdida y exportación de nutrientes y, en consecuencia, de la capacidad productiva de los suelos (Pengue, 2009), aparición de plagas y malezas resistentes (Jaieniuk et al., 1996). A ello debe sumarse que la utilización intensiva del recurso suelo requiere una mayor aplicación de agroquímicos. Esta situación, potenciada por la falta de reglamentaciones y controles de la actividad, se traduce en procesos de contaminación de los suelos y cuerpos de agua (Lehman, 1993; Levitan et al., 1995; Pontius, et al., 2004).

En cuanto a los cuerpos de agua superficiales, es posible afirmar que, en 2003, ocupaban un 4,82% del total de la superficie del Partido, en tanto que en 2011 representan solamente un 2,35%. Se evidencia entonces una disminución de más de la mitad (51,22%) de la superficie ocupada inicialmente, que a su vez se traduce en una tasa de cambio anual del -0,08582. Esto podría explicarse en la variación de las precipitaciones. De esta realidad se desprende que, indefectiblemente, se encuentran zonas donde la agricultura avanza sobre áreas que presentaban condiciones de anegabilidad en 2003, situación que puede traducirse en riesgos para los agricultores (Vazquez et al., 2013).

Al realizar un análisis sobre los usos urbanos, se evidencia un ligero crecimiento (5,33%) del área destinada a esta clase. En el primer año examinado (2003) la ciudad ocupaba un 0,15% del total del Partido, mientras que en el segundo año (2011) crece, hasta representar un 0,16%. El incremento no resulta significativo y podría explicarse a partir del crecimiento en la población de la ciudad, pero principalmente por una leve expansión de la ciudad en su periferia. Para el caso de este uso, la tasa de cambio anual alcanza un valor de 0,00651.

Los datos censales de 2001 y 2010 demuestran que el número de habitantes del Partido, pasó de 17.008 a 17.523, incrementándose la población en un 3,03%.

En cuanto a las playas y médanos, se trata de una clase del uso que menor alteración ha sufrido. Tanto para el año 2003, como así también para el 2011, representa un 3,83% del total de la superficie del Partido. Por esto mismo, la variación en la tasa de cambio anual también se encuentra representada por un valor casi imperceptible, el cual ronda los 0,00473.

Relacionado con lo anterior es necesario considerar que, según Isla et al. (2009), las playas de Lobería presentan procesos erosivos estacionales, en verano y otoño. En estudios realizados entre 1994 y 1997 hubo una marcada erosión en toda la playa. Con posterioridad a 1997 la tendencia siguió siendo erosiva, pero con dos episodios de importante acumulación durante 2001 y 2003.

Aunque no se cuenta con datos recientes que permitan afirmar si esta tendencia continúa, al evaluar los datos estadísticos generados por el análisis de las CS, se observa que este uso ha mantenido

su superficie. En otras palabras, en los dos años considerados, no se asumen procesos erosivos de relevancia.

#### *Paisajes del partido de Lobería y expansión agrícola*

En el partido de Lobería, se pueden definir cuatro paisajes con características particulares: paisaje de Sierras, paisaje de Llanuras onduladas, paisaje de Llanuras planas y paisaje de Costas (Imagen N° 3).

El paisaje de Sierras atraviesa el sector norte del Partido, ocupando un 2% de la superficie total. Está integrado por cerros, laderas serranas y lomadas altas de las formaciones geológicas pertenecientes al sistema de Tandilia. Presenta afloramientos rocosos y suelos poco profundos (*Hapludoles líticos*), aunque en algunas áreas los suelos alcanzan mayor desarrollo (*Hapludoles típicos*). En las pendientes menores aparecen suelos clasificados a nivel de subgrupo como *Argiudoles típicos*, los cuales presentan muy buena aptitud agrícola. Las pendientes pueden superar el 50% y las alturas alcanzan unos 300 msm. En este paisaje se conservan algunos relictos de comunidades herbáceas y arbustos en sectores con limitantes severas como son la rocosidad y la profundidad efectiva de los suelos. Las actividades predominantes son ganadero-agrícolas.

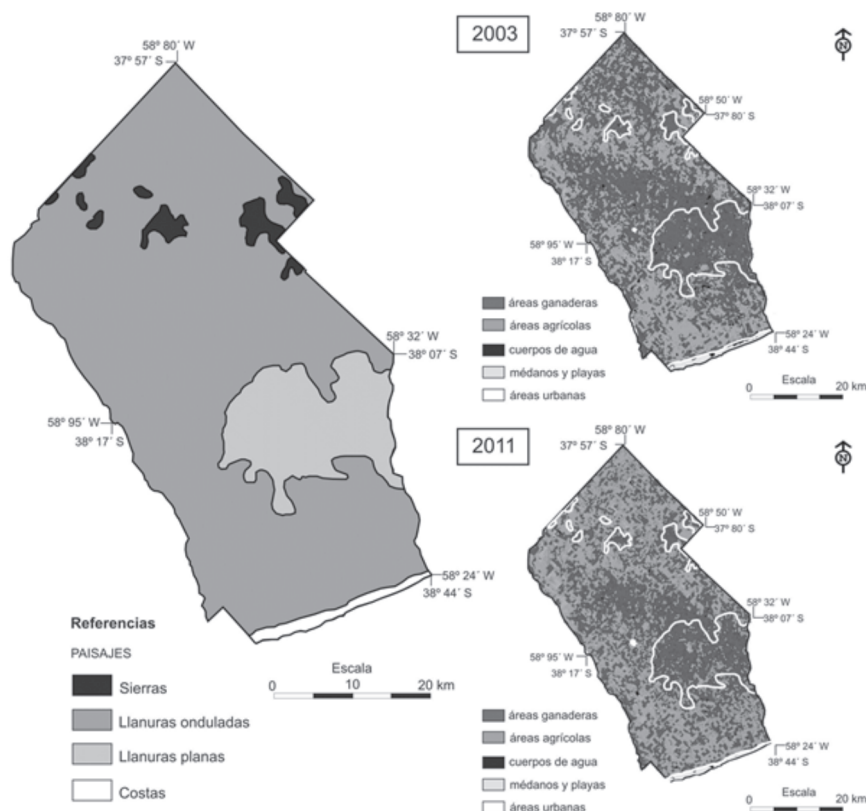
El paisaje de Llanuras onduladas abarca el 84% de la superficie del Partido y está conformado por relieves ondulados y suavemente ondulados con pendientes comprendidas en general entre el 1% y 5%. Contiene suelos profundos, aunque a veces interrumpidos por la presencia de tosca, y muy buenas condiciones de drenaje superficial e interno. Predominan los suelos clasificados a nivel de subgrupo como *Argiudoles típicos*, aunque pueden asociar *Hapludoles típicos* en pendientes más pronunciadas en las zonas de contacto con el paisaje de Sierras, y *Natracuoles típicos* en áreas con drenaje deficiente y en las proximidades de cursos de agua. Dada su aptitud agroecológica, estas áreas han sido fuertemente sustituidas por cultivos, siendo las actividades agrícolas las predominantes en este paisaje. Previo a su conversión en agroecosistemas, las Llanuras onduladas se caracterizaban por la presencia de pastizales en los que abundaban gramináceas de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*.

En altitudes menores (100-200 msm) y con pendientes que oscilan los 0,1% y 0,2%, se define el paisaje de Llanuras planas. Este paisaje abarca un 13% del Partido y se caracteriza por la presencia de un drenaje superficial e interno imperfecto. Los suelos predominantes son *Natracuoles típicos* y *Argiudoles ácuicos*. No obstante, en las lomas aparecen *Argiudoles típicos* y próximos a vías de escurrimiento *Natracualfes típicos*. Dadas las limitaciones asociadas con el drenaje deficiente, algunos sectores de este paisaje conservan pastizales nativos ya que los suelos anegables impiden o dificultan el desarrollo de actividades productivas. En consecuencia, las actividades predominantes en este paisaje son las ganaderas.

El paisaje de Costas presenta en general geoformas de acumulación (dunas) y también playas, que abarcan cerca del 1% del Partido. El desarrollo de los suelos es muy débil y cuando existe es incipiente, característico del Orden Entisoles. Los suelos dominantes integran el subgrupo *Udipsamentes típicos*, cuya textura superficial y subsuperficial (areno-franca) favorecen un drenaje excesivo. Este paisaje no es apto para el desarrollo de actividades agropecuarias. Dadas las características físicas y químicas de los materiales que integran el paisaje de Costas, las principales limitantes son la erosión eólica actual y la baja capacidad de retención de humedad. Las comunidades de vegetación natural han sido modificadas, aunque se conservan sectores con especies costeras nativas.

A partir de la superposición de los cuatro paisajes sobre las imágenes clasificadas de 2003 y 2011 (Imagen N° 3), se observa que en 2003 la agricultura de siembra directa, se comenzaba a expandir

**Imagen 3:** Paisajes del partido de Lobería y usos del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

sobre el paisaje de Llanuras onduladas, área donde prácticamente no se presentan limitaciones para el desarrollo de cultivos anuales. Considerando que estas llanuras ocupan una superficie proporcional al 80% de la superficie del Partido, podría aseverarse que el mismo presenta condiciones óptimas para el proceso de la agriculturización.

También para ese mismo año, se advierte un indicio del avance de la agricultura sobre el paisaje de Sierras, fundamentalmente en las zonas de menor pendiente donde se encuentran suelos correspondientes al subgrupo Argiúloles típicos. De la misma manera, aunque con otras limitantes edáficas, comienza a ingresar la agricultura en el paisaje de Llanuras planas del Partido, donde se percibe en algunos sitios aislados.

Sin embargo, en 2011 se produce un aumento de los sitios destinados a agricultura en el paisaje de Llanuras planas. Esto

podría asociarse a la disminución de las áreas anegables que disminuyeron más de la mitad (51,22%) en el período analizado.

Respecto del paisaje de Sierras, en 2011 continúa el avance de la agricultura sobre los suelos de menores pendientes y con mayor materia orgánica acumulada.

Sin dudas, es en el paisaje de Llanuras onduladas donde se verifica el mayor avance de la agriculturización y la implementación del doble cultivo (cereal/oleaginosa). La expansión agrícola se observa claramente en el sector noreste de la Llanura ondulada.

Por último, se puede señalar que las imágenes clasificadas, el trabajo de campo y las entrevistas realizadas ponen en evidencia que el proceso de agriculturización se manifiesta de manera diferenciada al interior del Partido.

## Consideraciones finales

El proceso de agriculturización avanza en la RPArg en general y en la RPA en particular reemplazando los pastizales naturales y pasturas artificiales por monocultivos, requiriendo altos insumos de origen fósil y tecnología avanzada. Estos paquetes tecnológicos lograron además ingresar al mercado, sin tener en cuenta las posibles consecuencias ambientales, y se incorporaron en la región con el doble cultivo anual (cereal/oleaginosa), lo que permite al agricultor obtener doble renta por año.

El partido de Lobería, inserto en la RPA, no queda ajeno a esta situación donde se observan entre 2003 y 2011 tasas de cambio de uso con un incremento anual de  $\delta=0,06505$  por año referido al

aumento de áreas agrícolas, mientras que la pérdida de pastizales nativos y pasturas artificiales presentan una tasa de cambio de uso anual de  $\delta=-0,05226$ . Lo anterior conlleva a una fitosimplificación de los paisajes por monocultivos de (soja, girasol, maíz, cebada y trigo principalmente) en reemplazo de los ecosistemas prístinos. El impacto del proceso de agriculturización sobre la biodiversidad debería ser medido o estimado en un corto plazo, para el logro de la conservación de hábitats naturales por cada paisaje definido en este trabajo. Además, es necesario considerar los impactos producidos por la contaminación derivada de la aplicación de agroquímicos, erosión de suelos, proliferación de malezas resistentes, calentamiento global, entre otros.

Se observa que la agricultura avanza especialmente sobre el paisaje de Llanuras onduladas, el cual ocupa una proporción del 80% del Partido; mientras que se mantiene con un mínimo incremento sobre los paisajes de Sierras y Llanuras planas. Sin embargo, a pesar de que la agricultura se extiende en escasos sectores sobre estos paisajes, tratándose de áreas con importantes limitaciones (pendientes o anegabilidad) para el desarrollo agrícola, los impactos ambientales se intensifican.

El presente estudio constituye el punto de partida para profundizar en las investigaciones del proceso de agriculturización y sus consecuencias sociales y ambientales en el partido de Lobería, contemplando la diversidad de paisajes. Todo ello con la finalidad de generar un diagnóstico integrado de los paisajes del Partido que permita generar bases para una gestión sustentable de las actividades agro-productivas que allí se desarrollan.

## Bibliografía

1. AGUILAR ARIAS H, MORA ZAMORA R & VARGAS BOLAÑOS C (2014) Metodología para la corrección atmosférica de imágenes Aster, Rapideye, Spot 2 y Landsat 8 con el módulo Flaash del software Envi. *Revista Geográfica de América Central*, 2(53), 39-59.
2. ASIENIUK M, BRÛLÉ-BABEL, A. L, MORRISON IN (1996). The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. *Weed Science*: 1996, p. 176-193.
3. AIZEN MA, GARIBALDI LA & DONDO M (2009) Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina. *Ecología austral*, 19:45-54.
4. ALTIERI MA & PENGUE WA (2006) La soja transgénica en América Latina. *Biodiversidad*, 47:14-19.
5. ARMAND M, CAUCHETIER B, THIBAUT C, CHATAIN M, DUREAU F, FLAMENT P & LAURORE L (1995) Télédétection, urbanisme et aménagement. Toulouse: Groupement pour le développement de la télédétection aérospatiale (GDTA).
6. BILENCA D, CODESIDO M, GONZÁLEZ FISCHER C, PÉREZ CARUSI L, ZUFIAURRE E & ABBA A (2012). Impactos de la transformación agropecuaria sobre la biodiversidad en la provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 14:189-198.
7. BISANG R (2003) Apertura económica, innovación y estructura productiva: la aplicación de biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina. *Desarrollo económico*, 413-442.
8. BRIZUELA A, AGUIRRE C, VELASCO I (2007) Aplicación de métodos de corrección atmosférica de datos Landsat 5 para análisis multitemporal. *Memorias. Teledetección. Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional*. Madrid, España, 21.
9. BUREL F & BAUDRY J (2002) *Ecología del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones*. Mundi Prensa Libros SA.
10. CABRERA AL (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*, 2, 1-85. ACME.
11. CHANDER G & MARKHAM B (2003) Revised Landsat-5 TM radiometric calibration procedures and postcalibration dynamic ranges. *IEEE Transactions on geoscience and remote sensing*, 41:2674-2677.
12. CHANDER G, MARKHAM B & BARSIA JA (2007) Revised Landsat-5 thematic mapper radiometric calibration. *IEEE Geoscience and remote sensing letters*, 4:490-494.
13. CISNEROS J, CHOLAKY C, GUTIÉRREZ AC, GONZÁLEZ J, REYNERO M, DIEZ A & BERGESIO L (2012) Erosión hídrica. Principios y técnicas de manejo. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. UniRío Editora.
14. DONALD PF (2004) Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation biology*, 18:17-38.
15. EASTMAN JR (2004) IDRISI Kilimanjaro, Guía para SIG y Procesamiento de Imágenes Clark Labs Clark University, Worcester, MA, USA.
16. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (1996) *Forest Resources Assessment 1990 - Survey of tropical forest cover and study of change processes*. Rome. Organization of the United Nations.
17. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2005) *Global Forest Resources Assessment 2005 - Progress towards sustainable forest management Food and Agriculture*. Rome. Organization of the United Nations.
18. FERRARIS G, TRAFICANTE P, BOEM GG & PRYSTUPA P (2005) Efectos de la fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre sobre la secuencia cebada-soja en el centro norte de la provincia de Buenos Aires. *Revista de Tecnología Agropecuaria, EEA INTA Pergamino*, 9 (28):22-26.
19. FOLEY JA, DE FRIES R, ASNER GP, BARFORD C, BONAN G, CARPENTER SR & HELKOWSKI JH (2005) Global consequences of land use. *Science*, 309:570-574.
20. GRAU HR, AIDE TM, GASPARRI NI (2005) Globalization and soybean expansion into semiarid ecosystems of Argentina. *Ambio*, 34: 265.
21. INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (2001). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Buenos Aires. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
22. INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Buenos Aires. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
23. HOOPER DU, CHAPIN FS, EWEL JJ, HECTOR A, INCHAUSTI P, LAVOREL S & SCHMID B (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs*, 75 (1):3-35.
24. ISLA F, BÉRTOLA G, MERLOTTO A, FERRANTE Á & CORTIZO L (2009) Requerimientos y disponibilidad de arenas para la defensa de las playas de Necochea y Lobería. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 65(3):446-456.
25. JASINIUK M, BRÛLÉ-BABEL, AL, MORRISON IN (1996). The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. *Weed Science*: 1996, p. 176-193.
26. KÖPPEN W (1948). *Climatología: un estudio de los climas de la Tierra*. Trad. Pedro R. H. Pérez.
27. LAMBIN EF, TURNER BL, GEIST HJ, AGBOLA SB, ANGELSEN A, BRUCE JW & GEORGE P (2001) The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global environmental change*, 11(4):261-269.
28. LEHMAN H (1993) Values, Ethics, and the Use of Synthetic Pesticides in Agriculture. En *The Pesticide Question*. Springer US: 347-379.
29. LEVITAN L, MERWIN I & KOVACH J (1995) Assessing the relative environmental impacts of agricultural pesticides: the quest for a holistic method. *Agriculture, ecosystems & environment*, 55:153-168.
30. LILLESAND T, KIEFER RW & CHIPMAN J (2014) *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons. P. 567.
31. MANUEL-NAVARRETE D (2006) Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extra pampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. *United Nations Publications*, (Vol. 118).
32. MANZANAL M (1995) Globalización y ajuste en la realidad regional argentina: reestructuración o difusión de la pobreza. *Realidad Económica*, 134:67-82.
33. MARTÍNEZ D, QUIROZ LONDOÑO OM, DAPEÑA C, MASSONE HE, FERRANTE A & BOCANEGRA E (2007) Aportes al modelo hidrogeológico conceptual de la cuenca del río Quequén Grande, provincia de Buenos Aires. V Congreso Argentino de Hidrogeología. *Actas*, 262-271.
34. MAZZONI E (2014). Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. *Estudios Socioterritoriales*, 16:51-81.



35. **PARUELO JM, OESTERHELD M, DEL PINO F, GUERSCHMANN JP, VERÓN SR., PIÑEIRO GUERRA G & VASALLO M** (2004) Patrones espaciales y temporales de la expansión de Soja en Argentina: relación con factores socio-económicos y ambientales. Informe final LART/FAUBA al Banco Mundial.
36. **PARUELO JM, GUERSCHMANN JP & VERÓN SR** (2005) Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia hoy*, 15(87):14-23.
37. **PENGUE WA** (2004) Producción agroexportadora e (in) seguridad alimentaria: El caso de la soja en Argentina. *Revibec: revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica*, 1:046-55.
38. **PENGUE WA** (2009) Cuestiones económico-ambientales de las transformaciones agrícolas en las Pampas. *Problemas del desarrollo*, 40:137-161.
39. **PONTIUS RG, SHUSAS E & MC EACHERN M** (2004) Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101:251-268.
40. **ROSETE VERGÉS FA, DAMIÁN P, LUIS J & BOCCO G** (2008) Cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. *Investigaciones geográficas*, 67:39-58.
41. **SAGyP-INTA** (Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca - Instituto de Tecnología Agropecuaria) (1989) Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires. Proyecto PNUD Argentina 85/019.
42. **SATORRE E** (2005) Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy*, 15:24-31.
43. **SCHROEDER TA, COHEN WB, SONG C, CANTY MJ & YANG Z** (2006) Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon. *Remote Sensing of Environment*, 103(1):16-26.
44. **SEQUEIRA ND, VAZQUEZ P & ZULAICA L** (2016) Consecuencias ambientales de la expansión agrícola en el partido de Benito Juárez (Buenos Aires, Argentina), en el período 2003-2011. *Revista Geoaraguaia*, 5:27-49.
45. **SONG C, WOODCOCK CE, SETO KC, LENNEY MP & MACOMBER SA** (2001) Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects? *Remote Sensing of Environment* 75(2):230-244.
46. **TAGESTAD J** (2000) Radiometric standardization of adjacent Landsat Thematic Mapper Image for multi-scene mosaics. master of science. Utah State University, Logan, Utah.
47. **TEUBAL M** (2003) Soja transgénica y crisis del modelo agroalimentario argentino. *Realidad Económica*, 196:52-74.
48. **TOMASO JC** (2004) Cebada cervicera en la Argentina. *IDIA XXI*, 4:210-216.
49. **TRIGO E** (2005) Consecuencias económicas de la transformación agrícola. *Ciencia. Hoy*, 15:46-51.
50. **TURNER BL, MEYER WB & SKOLE DL** (1994) Global land-use/land-cover change: towards an integrated study. *Ambio*. Stockholm, 23(1):91-95.
51. **VAZQUEZ P** (2004) Comparación temporal de dos modalidades de producción en una estancia del sudeste pampeano (Tandil, Argentina). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Humanas. UNCPBA. Tandil.
52. **VAZQUEZ P** (2013). Comparación de índices de estrés hídrico, a partir de información captada por el sensor MODIS, en la región pampeana argentina. *Cuadernos Geográficos*, 52:46-68.
53. **VAZQUEZ P & ZULAICA L** (2013) Intensificación agrícola y pérdida de servicios ambientales en el partido de Azul (Provincia de Buenos Aires) entre 2002-2011. *Sociedade & Natureza*, 25:543-556.
54. **VAZQUEZ P & ZULAICA L** *Agriculturization and environmental impacts in a representative area of the ecoregion of the Pampas, Argentina*. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, 5:20-45.
55. **VAZQUEZ P, SACIDO M & ZULAICA L** (2012) Técnicas de análisis para el ordenamiento territorial de cuencas agropecuarias: aplicaciones en la Pampa Austral, Argentina. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 16.
56. **VAZQUEZ P, SACIDO M & ZULAICA L** (2013) Zonificación agroecológica de la Cuenca del río Quequén Grande (provincia de Buenos Aires, Argentina). *Revista Geoaraguaia*, 3 (2):26-45.
57. **VAZQUEZ P, SACIDO M & ZULAICA L** (2014a) Indicadores de sustentabilidad en las unidades agroecológicas de La Cuenca del Río Quequén Grande (Argentina). *CAMPO-TERRITORIO: revista de geografía agraria*, 9(19):118-148.
58. **VAZQUEZ P, ZULAICA L & FERREYRA V** (2014b) Expansión agrícola e impactos territoriales en la Cuenca Superior del Arroyo Langueyú (Partido de Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina). *Geografía em Questão*, 7(1):177-202.
59. **VELÁZQUEZ A, MAS JF, DÍAZ GALLEGOS JR, MAYORGASAUCEDO R, ALCÁNTARA PC, CASTRO R & PALACIO JL** (2002) Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta ecológica*, 62:21-37.
60. **VIGLIZZO EF, PORDOMINGO AJ, CASTRO MG & LÉRTORA FA** (2002) La sustentabilidad ambiental de la agricultura pampeana ¿oportunidad o pesadilla? *Ciencia Hoy*, 12(68):38-51.
61. **VIGLIZZO EF, FRANK F, BERNARDOS J, BUSCHIAZZO DE & CABO S** (2006) A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the Pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment*, 117(1):109-134.
62. **VIGLIZZO E. F., JOBBÁGY E.** (2010). Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental. Buenos Aires. INTA.
63. **VOGELMANN JE, HELDER D, MORFITT R, CHOATE MJ, MERCHANT JW & BULLEY H** (2001) Effects of Landsat 5 Thematic Mapper and Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus radiometric and geometric calibrations and corrections on landscape characterization. *Remote Sensing of Environment* 78(1):55-70.
64. **WEYLAND F, POGGIO SL & GHERSA CM** (2008) Agricultura y biodiversidad. *Ciencia hoy*, 106:27-35.
65. **WILCOX BA** (1980) Insular ecology and conservation. *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*, 95-117.